

ICS 13.100

C 57

GBZ

中华人民共和国国家职业卫生标准

GBZ 143-2002

集装箱检查系统放射卫生防护标准

Radiological protection standard for container inspection system

2002-04-08 发布

2002-06-01 实施

中华人民共和国卫生部

发布

目 次

前言

1 范围

2 规范性引用文件

3 检查系统及其分类

4 检查系统及其工作场所辐射控制水平

5 检查场所分区和人员活动限制要求

6 检查系统辐射安全要求

7 检查系统安全操作要求

8 辐射防护监测

9 附录 A（规范性附录） 集装箱检查系统放射防护监测项目与周期

10 附录 B（规范性附录） 集装箱检查系统放射防护监测方法

前 言

根据《中华人民共和国职业病防治法》制定本标准。

本标准第 4~8 章和附录 A 为强制性内容，其余为推荐性内容。

集装箱检查系统是利用 X、 γ 射线对集装箱等进行检查的装置。本标准旨在规范集装箱检查系统及其运行中的放射卫生防护，保障从业人员和公众的安全。本标准参考美国标准 ANSI N43.3《装有非医用 X 射线和密封 γ 源 (<10MeV) 设备的辐射安全一般要求》有关内容，结合我国集装箱检查系统及其运行中实际情况而编制。

本标准的附录 A 和附录 B 是规范性附录。

本标准由卫生部提出并归口。

本标准起草单位：山东省医学科学院放射医学研究所、清华大学、清华大学核能技术设计研究院、清华同方核技术股份有限公司。

本标准主要起草人：侯金鹏、李君利、周立业、邓大平、朱建国、刘以思、桂立明等。

本标准由卫生部负责解释。

1 范围

本标准规定了各类集装箱检查系统（以下简称检查系统）辐射控制水平、检查场所分区、辐射安全及安全操作等放射卫生防护要求和有关监测要求。

本标准适用于利用 γ 射线或低于10MV的X射线对集装箱或者航空托盘、运输货车、货运列车等及其所载的货物进行的检查。

本标准不适用于相应的计算机断层扫描检查。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

- GB4075 密封放射源分级
- GB4076 密封放射源的一般规定
- GB7465 高活度钴-60 密封放射源
- GB11806 放射性物质安全运输规定
- GBZ 135 密封 γ 放射源容器卫生防护标准

3 检查系统及其分类

3.1 检查系统

主要由辐射源、探测器、控制、图像分析、安全联锁、警示和应急设施等部分组成。

3.2 检查系统分类

3.2.1 按所用辐射源分类

- a) 加速器检查系统。利用加速器产生的X射线（小于10MV）对集装箱等货物进行检查的系统。
- b) 放射性核素源检查系统。利用放射性核素源（以下简称放射源）所释放的 γ 射线对集装箱等货物进行检查的系统。
- c) X射线机检查系统。利用X射线机产生的X射线对集装箱等货物进行检查的系统。

3.2.2 按检查方式分类

a) 固定式检查系统。为安装在永久性建筑物内固定位置的检查系统。在检查厅内，待检货物沿轨道通过该系统准直主射束区域时接受辐射检查。

b) 移动式检查系统。为辐射源和探测器系统同步地沿待检物匀速平移进行扫描的检查系统。移动式检查系统现分为车载移动式检查系统和组合移动式检查系统。前者在按辐射剂量控制水平圈出并限制无关人员进入的场地内对待检物进行检查；后者的辐射源和探测器安装在可拆装屏蔽体的检查厅内对待检物进行检查，控制和图像分析装置位于检查厅外。

4 检查系统及其工作场所辐射控制水平

4.1 辐射源箱的泄漏辐射水平

辐射源箱包括辐射源、辐射源屏蔽体和组装体、初级准直器。辐射源箱还可包括快门和非检测工作状态下的贮源器。不同类型辐射源箱的泄漏辐射水平控制如下：

4.1.1 加速器辐射源箱泄漏辐射水平

当出束口放置足够厚度的屏蔽体时，在有用线束以外的区域，距加速器靶 1 米处空气比释动能率与有用线束中心轴上距靶 1 米处无屏蔽体时空气比释动能率的相对比值为辐射源箱辐射泄漏率，固定式检查系统应小于 1%；移动式检查系统应小于 0.1%。

4.1.2 放射源箱体泄漏辐射水平

放射源箱体泄漏辐射水平应符合表 1 要求。

表 1 放射源箱体外的漏射线空气比释动能率控制值 ($\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$)

检查系统类型	距辐射源箱体外表面 5cm	距辐射源箱体外表面 100cm
固定式系统	1000	100
移动式系统	500	20

4.1.3 X 射线管头组装体泄漏辐射水平

距X射线管焦点 1m处漏射线空气比释动能率，固定式检查系统应不大于 5000 $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ ，移动式检查系统应不大于 20 $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

4.2 加速器调制器泄漏辐射水平

距调制器组装体表面 5cm处的空气比释动能率应不大于 40 $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

4.3 放射源储存容器泄漏辐射水平

应符合 GBZ 135 第 4.1 条表 1 “密封 γ 放射源容器外表面辐射水平” 和第 5.5 条的要求。

4.4 检查系统建筑物外场所辐射水平

距固定式检查系统检查厅墙外侧表面 30cm处的空气比释动能率应不大于 2.5 $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。组合移动式检查系统，在宽度不大于主线束照射区域屏蔽墙体外表面 30cm处的空气比释动能率应不大于 10 $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。在非主线束照射区域屏蔽墙体外表面 30cm处和出入口门外栏杆处的空气比释动能率应不大于 2.5 $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

4.5 车载移动式检查现场辐射水平

护栏边界的空气比释动能率不大于 2.5 $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。检查系统产品文件应给出辐射源与护栏边界四个周边的最小距离要求。安装在一辆车上的移动式检查系统的控制和图像分析室的空气比释动能率应不大于 2.5 $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

5 检查场所分区和人员活动限制要求

5.1 检查场所分区

5.1.1 控制区

各种检查系统的控制区划分如下：

- a) 固定式检查系统中，以检查通道出入口门为界，包括辐射源室、检查通道和探测器室的区域。
- b) 组合移动式检查系统中，以隔墙和出入口门围成的区域。
- c) 车载移动式检查系统中，空气比释动能率可能大于 40 $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 的区域，如辐射源和探测器附近区域、辐射源和探测器之间的检测区域。

5.1.2 监督区

各种检查系统的监督区划分如下：

- a) 固定式检查系统建筑物内与辐射源室、检查通道和探测器室直接相邻的区域。
- b) 组合移动式检查系统出入口门和栏杆之间的区域。
- c) 车载移动式检查系统，除控制区外的护栏以内区域，护栏上任何位置的空气比释动能率不大于 2.5 $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。安装在一辆车上的移动式检查系统

的控制和图像分析室属于监督区。

5.2 人员活动限制要求

检查系统工作状态下对人员的活动做如下限制：

- a) 任何人员不得进入控制区。
- b) 任何无关人员不得进入监督区。
- c) 除非检测需要，工作人员应停留在监督区之外。

6 检查系统辐射安全要求

6.1 一般原则

检查系统的辐射安全设计应遵循故障安全原则，设置冗余、多重的安全装置，并注意采用多样性的部件，以保证当某一部件或系统发生故障时，检查系统均能建立起一种安全状态。

6.2 通用安全要求

6.2.1 安全联锁

安全联锁设置和功能应符合：

- a) 检查系统必须分别设置以下两道独立工作的安全联锁：一是主控制台钥匙开关联锁，只有钥匙插入并处于“工作”位置时，加速器和 X 射线机才能发出 X 射线、放射源检查系统的快门才能开启；二是可有效地防止人员误入检测状态下的控制区的安全联锁设施，例如固定式检查系统通道出入口门、组合移动式检查系统门外栏杆、辐射源室门和其他相关设施。
- b) 任何一道安全联锁打开，检查系统应立即中断工作，并只有通过就地复位才能重新启动。
- c) 在联锁失灵时，应禁止检查系统运行或中断检查系统的运行，并在控制台上显示。

6.2.2 警示装置

警示装置设置和功能应符合：

- a) 固定式检查系统的检查通道及检查厅出入口、组合移动式检查系统的出入口处及移动式检查系统扫描车上均安装有灯光指示信号以其不同颜色标识检查系统即时所处的准备出束、出束及待停机状态。
- b) 在上述 a) 的相应位置，应有检测系统出束的声响报警信号，应在辐射源出束前启动，预警时间不得少于 5 秒。在整个辐射期间，该信号应持续启动并保持稳定，扫描结束后，报警铃或警灯延续一定时间方可停止。在组合移动式和车载移动式检查时，当有人误入护栏内辐射区时，现场和控制车内均会发出声音报警。
- c) 在控制区边界线外、检查系统的辐射源室和探测器室门外，必须设置电离辐射危险标志和清晰可见的警示标识。监督区边界线外应设置醒目的“当心 电离辐射”字样的警示标识，以制止无关人员进入。

6.2.3 监视和通讯装置

监视和通讯装置设置和功能应符合：

- a) 必须设置监视用摄像和显示装置，以核查各区内人员驻留情况和设备运行状态。
- b) 主控室的计算机屏幕应能显示安全联锁的工作状态，应标识出鲜明的紧急警告信号并能够及时显示故障的内容。
- c) 检查通道、辐射源室、控制室和现场工作人员之间均应配备合适的通讯装置。

6.2.4 应急求助装置

应急求助装置设置和功能应符合：

- a) 检查系统应设有标记清楚并易触摸的应急求助装置，可在紧急状态下立即中断辐射照射。
- b) 应急求助装置应设置于：固定式检查系统辐射源室、探测器室、检查通道两侧、检查厅出入口和组合移动式检查厅两侧及出入口；移动式检查系统扫描车外侧或辐射源箱或探测器横臂上及各种检查系统主控制台面板上。
- c) 应急求助装置一旦被使用，除非就地复位，检查系统不可能重新启动和出束。

6.2.5 其他要求

例如：

- a) 固定式检查系统的辐射源室应有必要的通风装置。
- b) 检查系统现场必须配备适当的应急防护设备，例如快门控制故障时手动关闭装置。
- c) 检查系统应配备完善的防火设施。

6.3 X射线辐射源的附加安全要求

6.3.1 射线发生装置不加高压时，加速器和X射线管不应产生X射线。只有具备全部控制条件时，才能产生X射线。

6.3.2 加速器和X射线机出束必须同时满足下列条件：联锁钥匙插入相应位置且各安全联锁装置处于正常状态。

6.3.3 当剂量监视系统确认加速器输出剂量率超过规定的限值时，检查系统应终止出束。

6.3.4 接地故障不应导致X射线机检查系统产生X射线。

6.4 放射源的附加安全要求

6.4.1 密封放射源的级别，按密封放射源活度应达到GB4075或GB7465的要求。密封放射源的性能应符合GB4076的规定。

6.4.2 固定式检查系统辐射源室、组合移动式检查厅、车载移动式检查的专用车存放库房等场所均应装备防火防盗设施。

6.4.3 只有在通电条件下，检查系统快门才能开启；断电时，快门自动关闭。

6.4.4 只有在快门关闭状态下，才能打开辐射源室门和源操作箱门。

7 检查系统安全操作要求

7.1 一般要求

7.1.1 在每天启动辐射源装置前，必须仔细核查安全联锁、监视与警示装置，确认其处于正常状态。

7.1.2 可能进入监督区的工作人员必须佩戴个人剂量计。人员准备进入检查通道、辐射源室、探测器室和车载移动式检查系统护栏内时，必须携带剂量报警仪或剂量测量仪。

7.1.3 车载移动式检查前，应根据检查系统技术要求，采用护栏圈出作业场所，以此作为监督区边界，并在出入口和边界上设立必要的警示标识。检查系统启动时，用仪器检测验证护栏上任何位置的空气比释动能率，并应符合本标准第4.5条要求。

7.1.4 载有集装箱的汽车驶入检查准备区域后，检录员（引导员）指挥待检车辆就位，引导司机退出。并在检查控制区确认场地内没有人员后，才能向主控室发

出可以启动辐射源的确认信号。在检查系统工作中,检录员应认真管制监督区边界。

7.1.5 检查系统准备启动和工作中,主控室操作员应密切注视控制台和监视器,以便在发现异常情况时及时关断放射源出束或停机,防止事故发生。

7.1.6 对于车载移动式检查系统,在每天作业完成后,应由引导员负责将检查车停放到专用库房内。

7.1.7 检查系统发生故障而紧急停机后,在未查明原因和维修结束前,不得重新启动放射源。

7.1.8 检查系统停止运行时,主控室负责人应取走主控钥匙并妥善保管。未经许可不得使用。

7.2 检查系统调试和维修时的安全操作要求

7.2.1 检修人员进入放射源室、探测器室和检查通道时,除佩戴个人剂量计外,还必须携带剂量报警仪。

7.2.2 调试和维修时,应保证切断放射源出束状态。必须先将主控钥匙拔下,并由调试和维修人员带走,工作结束后,再将该钥匙交给主控室操作人员。

7.2.3 调试和维修必须解除安全联锁时,须经负责人同意并通告有关人员。工作结束后,先恢复安全联锁并经确认系统正常后再行使用。

7.3 使用密封放射源的专项要求

7.3.1 检查系统工作结束后,必须用辐射剂量仪检查放射源位置和快门状态。

7.3.2 密封放射源运输应符合 GB11806 的有关要求。

7.3.3 检查系统的放射源的更换应在当地放射卫生防护部门批准和监督下进行。放射源从运输容器中转装入源容器或从源容器转装入运输容器必须采用便于转移操作的辅助设备和有一定屏蔽效果的装置。操作人员在一次换源过程中所接受的剂量应不超过 $500 \mu\text{Sv}$ 。

7.3.4 被更换的退役放射源应由放射源供应单位回收或按国家有关规定处理或处置。

8 辐射防护监测

8.1 监测项目和方法

监测项目和周期见附录 A (规范性附录)。评价指标按本标准第 4.1、4.2、4.3、5.1 和 7.2 条有关内容执行。

监测方法见附录 B (规范性附录)。

8.2 验收监测

验收监测应包括:

- a) 生产厂家在产品出厂前必须对检查系统的放射防护性能进行监测,监测项目见附录 A (规范性附录)。
- b) 检查系统安装后,使用单位按附录 A (规范性附录) 进行自行验收检测;
- c) 检查系统正式使用前,由使用单位所在地的省、市卫生行政部门认可的放射卫生技术服务机构指派专业技术人员对检查系统和防护设施进行验收监测和检查,监测合格后方可投入使用。验收监测还应包括:使用单位的应急计划、应急设施和配备的辐射检测设备。

8.3 常规监测和检查

8.3.1 卫生行政部门认可的放射卫生技术服务机构对生产厂家和使用单位的常规检测,每年一次按附录 A (规范性附录) 所列项目进行监测。应详细记录测量仪器型号和检查结果。

8.3.2 使用单位应按附录 A（规范性附录）所列项目和检测周期进行放射防护检测和安全检查，以及及时排除隐患，杜绝事故的发生。应详细记录测量仪器型号和检查结果。

8.4 特殊监测

8.4.1 变更监测

当检查系统的结构、屏蔽、操作、检查区域和邻近区域人员驻留情况改变时，应由卫生行政部门认可的放射卫生技术服务机构指派的专业技术人员进行监测和重新评价。在进行必要调整和监测合格后，方可继续使用。

8.4.2 异常监测

当个人剂量超过年剂量限值、检查系统出现异常情况及处理时应按附录 A（规范性附录）所列项目进行监测，查明原因。发生意外事故，应按放射事故管理规定，及时检测和处理。

8.4.3 换源监测

更换放射源时，应进行个人剂量监测、操作位置和场所的剂量监测、源容器剂量监测和放射污染检测。源容器外表面的非固定性放射性污染检测结果应符合 GBZ 135 第 5.1 条的规定。

8.5 监测仪器要求

辐射检测仪器辐射剂量测量的射线方向性、辐射能量响应、剂量测试范围和抗干扰能力等性能应适用于探测和测量原始射线、散射线和泄漏辐射，辐射检测仪器应经检定或校准，并在其有效时间内使用。应记录仪器使用状况。

附录 A （规范性附录） 集装箱检查系统放射防护监测项目与周期

表 A1 监测项目和周期一览表

监测类别	项 目	检测周期	对应的本标准条款
验收和常规检测	辐射源箱泄漏辐射水平	一年	4.1
	加速器调制器泄漏辐射水平	一年	4.2
	放射源储存容器泄漏辐射水平	一年	4.3
	建筑物外场所辐射水平	一年	4.4
	车载移动式检查现场辐射水平	场所移动后	4.5
	安全联锁：		
	——主控钥匙开关	每天	6.2.1
	——门和栏杆	每天	6.2.1
	——其他设施	一个月	6.2.1
	警示装置	每天	6.2.2
	监视和通讯装置	每天	6.2.3
	应急求助装置	一个月	6.2.4
	固定检查系统通风装置	三个月	6.2.5
特殊监测	变更监测	适时	8.5.1
	异常监测	适时	8.5.2
	换源监测	适时	8.5.3

注： 加速器辐射源箱泄漏辐射水平只在生产厂家组装前监测。

附录 B
(规范性附录)
集装箱检查系统放射防护监测方法

B.1 通用要求

- B.1.1 放射防护监测应在检查系统正常工作状态下进行。
- B.1.2 使用经过已知能量响应校正的电离室或累积剂量计方法。
- B.1.3 应在规定测量点上、横截面不小于 100cm²的面积上进行监测。
- B.1.4 要求各点测试结果中最大值符合本标准的有关规定。
- B.1.5 安全联锁、警示装置、应急求助装置和通风装置的监测分别按检查系统产品说明书要求进行。

B.2 加速器和 X 射线辐射源箱泄漏辐射水平

- B.2.1 检测条件：用分别符合本标准 4.1.1 和 4.1.4 的辐射衰减屏蔽部件堵住 X 射线源组件出线口。分别使用额定工作条件和最高工作管电压、最大连续工作管电流条件。
- B.2.2 检测仪器：X、γ 剂量仪，X、γ 巡测仪或热释光剂量计。
- B.2.3 检测位置：按图 B1，在距加速器靶和 X 射线管焦点 1 米的球面上进行 14 点测量。

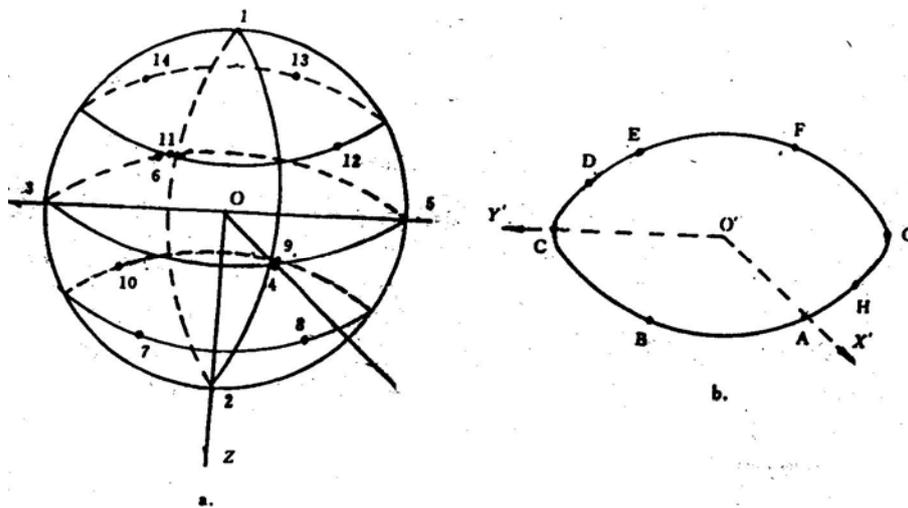
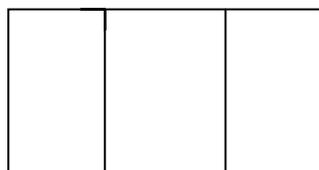


图 B1 泄漏辐射水平测量点和地上投影图

B.3 放射源箱体泄漏辐射水平

- B.3.1 检测条件：放射源箱体上快门关闭。
- B.3.2 检测仪器：X、γ 巡测仪。
- B.3.3 检测位置：在距放射源箱体表面 5cm 和 1m 的六个不同方位上，按图 B2 所标的 42 个点检测。



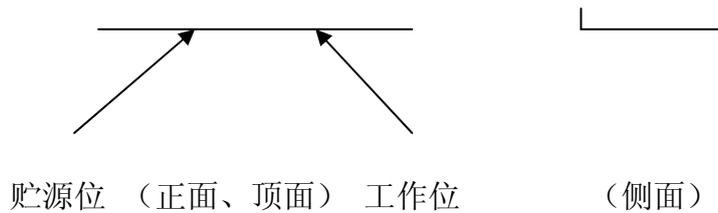


图 B2 放射源箱体泄漏辐射水平测试位置示意图

图内所有线段交叉点均表示测试位置

B.3.4 数据处理：将监测结果乘以放射性核素额定活度与监测时活度的比值，换算为放射性核素额定活度下的结果。

B.4 加速器调制器泄漏辐射水平

B.4.1 检测条件：检查系统正常工作时。

B.4.2 检测仪器：X、 γ 巡测仪。

B.4.3 检测位置：在距调制器柜表面 5cm 进行巡测。

B.5 放射源储存容器泄漏辐射水平

B.5.1 检测条件：放射源位于储存容器内。

B.5.2 检测仪器：X、 γ 巡测仪。

B.5.3 检测位置：在距储存容器表面 5cm 进行巡测；距储存容器表面 100cm 的测量，在距储存容器 1 米的球面上进行 14 点测量。测量点位置按图 B1 设置。

B.6 建筑物外场所辐射水平

B.6.1 监测范围：固定式检查系统检查厅和组合移动式检查系统屏蔽体外环境、车载移动式检查系统专用贮存库房。

B.6.2 监测条件：检查系统正常工作时。

B.6.3 监测仪器：X、 γ 环境辐射剂量仪。

B.6.4 监测位置：固定式检查系统检查厅墙外、组合移动式检查系统屏蔽墙体外或车载移动式检查系统库房每面墙外 30cm 处的巡测。选点均不得少于十个。检查系统检查厅门和出入口栏杆外 30cm 处各选三个点。注意选点应均匀分布。

B.7 车载移动式检查现场辐射水平

B.7.1 监测条件：检查系统正常工作时或每次移动检查场所时。

B.7.2 监测仪器：X、 γ 剂量仪和 X、 γ 环境辐射剂量仪。

B.7.3 监测位置：沿监督区边界护栏巡测，并重点检测有用射束正向和背向方向的护栏边界和监督区出入口；在有用射束方向上，距监督区边界 10m 内的建筑物处或人员驻留处进行必要的巡测。

B.8 换源监测

B.8.1 监测条件：检查系统更换放射源时。

B.8.2 监测仪器：X、 γ 剂量仪、热释光剂量计、 α 、 β 污染检测仪。

B.8.3 监测内容：操作位置空气比释动能率、换源人员的个人剂量、运输容器辐射泄漏率及污染状况。